Opłata pocztowa ryczałtowana. Nakład 3.500 egz.
Nr 9. Warszawa, dnia 6 września 1927 r. Rok V.

TECHNIKA CIEPLNA

Organ Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie

Redaktor: Inż. techn. JAN KOMARNICKI.
Wydawca: Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie.
REDAKCJA i ADMINISTRACJA: Warszawa, Chmielna 2, m. 6. Tel. 275-45.
PRENUMERATA KWARTALNA: Zł. 3. Pojedyńczy zeszyt Zł. 1. CENY OGŁOSZEŃ: 1/1 str. Zł. 160, 3/4 str. Zł. 135, 1/2 str. Zł. 100. 1/4 str. Zł. 55, 1/8 str. Zł. 30. WKŁADKI: Zł. 25 od 1000 egzemplarzy. DOPŁATY: 50% za ogłoszenia na pierwszej i ostatniej stronie okładki i na wklejkach.

Pożyteczność ogłoszeń

Jeden ze stałych klijentów naszego działu ogłoszeniowego oświadczył nam niedawno, co następuje:

„*Ogłoszenie moje podsunęło pewnemu technikowi nową myśl i pomogło mu do osiągnięcia poważnych oszczędności na paliwie. Zagadnienie tak było łatwe i proste, że technik ów później ze śmiechem podziwiał samego siebie, że dotąd nie wpadł na ten pomysł. Otóż ile razy konferuję z technikami stale staram się podsuwać im wszelakie korzystne koncepcje*".

Tyle przedstawiciel jednej z firm ogłaszających u nas.

Innį klijenci podawali nam zdarzenia podobne.

Na tej podstawie czujemy się upoważnieni do polecenia najbaczniejszej uwadze uaszych czytelników treści ogłoszeń w Technice Cieplnej, gdyż podawane w ogłoszeniach informacje nieraz przydać im się mogą przy rozwiązywaniu różnych zagadnień praktycznych.

Prosimy przekonać się o tem z własnego doświadczenia.

Nr. 9. Warszawa, 6 Września 1927 r. Rok V.

TECHNIKA CIEPLNA

Organ Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie.

Redaktor: Inż. techn. **JAN KOMARNICKI.**

Wydawca: **Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie.**

Prof. Cz. GRABOWSKI. Warszawa.

WARTOŚĆ OPAŁOWA JAKO POJĘCIE TECHNICZNE.

por. *Technika Cieplna*, 1927, str. 79.

2. Porównanie warunków spalania paliwa w bombie kalorymetrycznej i w paleniskach.

Jak dopiero co powiedzieliśmy, przyjąć można, że w bombie kalorymetrycznej reakcje chemiczne zachodzą w temperaturze około 15°*C*. Do tej temperatury zwykle stosują się efekty cieplne reakcyj chemicznych, podawane w różnych podręcznikach.

Gdybyśmy jednak jako efekt cieplny charakterystyczny dla pewnej reakcji chemicznej przyjęli ciepło tej reakcji w temperaturze zera absolutnego, nprz. dla reakcji $C + O_2 = CO_2 + W_o$ i gdybyśmy założyli, że reagenty (t. j. C i O_2— t. zw. „substraty" reakcji) ogrzane zostały od O^0 *abs.* do pewnej temperatury T (np. do 15° *C*, a w tej temperaturze przeprowadzilibyśmy reakcję izotermicznie, to (zgodnie z prawem Kirchhoffa*) efekt cieplny W_T w owej temperaturze moglibyśmy określić według następującego bilansu cieplnego.

Wprowadzono:

1) bezwzględne ciepło spalania . . W_o

2) zawartość cieplną*) węgla i tlenu, liczoną od O^0 *abs* do temperatury T. . . $J_C + J_{O_2}$

otrzymano

1) zawartość cieplną produktów reakcji J_{CO_2};

2) efekt cieplny reakcji w temp. T. W_T

a więc $W_T = W_o + (J_C + J_{O_2}) - J_{CO_2}$

a zatem $W_T \gtrless W_o$,

zależnie od temperatury, od ciepła właściwego, od ciepła topnienia i t. d. Wogóle efekt cieplny reakcji przeprowadzonej izotermicznie pod stałem ciśnieniem dla każdej temperatury posiada własną wartość W_T.

Oznaczywszy doświadczalnie ciepło reakcji dla pewnej temperatury T_1 na podstawie wyżej wyjaśnionego prawa Kirchhoffa możemy określić ciepło tej reakcji w dowolnej innej temperaturze T_2, przeprowadzonej w identycznych warunkach pod względem ciśnienia. Ze wszystkich tych wartości z punktu widzenia termochemicznego głębsze znaczenie posiada wyżej wspomiana wartość

*) Przykłady zastosowania tego prawa czytelnik znadzie w ogólnie znanem dziele prof. W Schülego: „Technische Thermodynamik" (w 3 wyd. 1920 r str. 142 i nast. w wyd. 4 r. 1923 str. 165 i nast.)

*) „Zawartość" (Wärmeinhalt) lub „wartość" cieplna.

W_0, która charakteryzuje reakcję chemiczną w temperaturze zera bezwzględnego *).

W temperaturze zwykłych naszych palenisk (około 1000°) ciepło spalania różnych gatunków paliwa jest inne, niż w temperaturze laboratoryjnej; w zwykłych paleniskach zostaje ono zużyte na podgrzanie reagentów, t. j. powietrza i paliwa, a także (przez promieniowanie) bywa częściowo wyzyskane użytecznie (naprz. na parowanie wody w kotle parowym), częściowo zaś przez drzwiczki lub ściany paleniska rozprasza się nieużytecznie. Chcąc jednak określić ciepło spalania dla warunków, jakie panują w naszych piecach i paleniskach, musimy przedewszystkiem zastanowić nad tem, jaki wpływ na skład produktów spalania wywiera wysokie ciśnienie w kalorymetrze.

Wyobraźmy sobie, że bomba kalorymetryczna jest cylindrem o znacznej pojemności, zaopatrzonym w bezwzględnie szczelny tłok; napełnijmy ją, jak zwykle, tlenem pod ciśnieniem $21 \frac{kg}{cm^2}$ abs. (= 20,3 abs. atm. fiz.), a następnie dajmy możność rozprężania się tlenu do ciśn. $1 \frac{kg}{cm^2}$ abs, wskutek czego objętość gazu równa pierwotnie 300 cm³ wzrośnie do 6300 cm³. Dla gazu doskonałego, jakim jest tlen, można przyjąć, że zawartość cieplna tego gazu podczas rozprzężania izotermicznego nie uległa zmianie, a zatem zawartość cieplna tlenu przed spalaniem w owym cylindrze jest taka sama, jak i w bombie pod ciśnieniem 20 atm. Gdyby po spaleniu próbki paliwa pod ciśnieniem 1 atm para wodna skropliła się całkowicie, to efekt cieplny spalenia byłby ten sam co i w bombie, gdyż gazy spalinowe, jako gazy doskonałe, posiadałyby jednakowe zawartości cieplne pod ciśnieniem 20 i pod ciśnieniem 1 atm. W rzeczywistości w cylindrze część wody pozostałaby w stanie pary, a mianowicie w $15^0 C$ pod ciśnieniem 1 atm, mielibyśmy około $0{,}214 \times 20{,}4$ *) = 4,4 milimoli pary wodnej, t. j. w tych warunkach około $16^1/_2\%$ całej zawartości H_2O byłoby w stanie pary. Tak więc efekt cieplny takiego spalenia byłby odpowiednio mniejszy, niż w bombie kalorymetrycznej. Jeżeli jednak zastanowimy się bliżej nad tą różnicą, to dojdziemy do wniosku, 1) że różnica ta będzie tem większą, im większy nadmiar tlenu użyty był do spalania (a zatem im większe ciśnienie tlenu zastosowaliśmy w bombie), 2) dla paliwa, które nie zawierałoby ani wody, ani wodoru, ciśnienie w kalorymetrze nie wywierałoby wpływu na ciepło spalania **).

Widzimy więc, że (o ile w kalorymetrze para wodna skrapla się prawie całkowicie), to ciśnienie w bombie kalorymetrycznej bezpośredniego wpływu na ciepło spalania nie wywiera, a zatem ciepło spalania oznaczone przy pomocy bomby może służyć za podstawę do oceny zjawisk cieplnych w piecach i paleniskach. Dogodność stosowania ciepła spalania, oznaczonego pod ciśnieniem 20 atm., polega na tem, że możemy przyjąć z dokładnością dostateczną do celów praktycznych, iż w produktach spalania cała zawartość wody znajduje się w stanie ciekłym.

Tak więc ciepło spalania lub wartość opałowa t. zw. górna" 1) określa nam ciepło spalania paliwa w temperaturze laboratoryjnej, t. j. zbliżonej do temperatury powietrza, zwykle wpro-

---

*) Jeżeli założymy, że w temp. O^0 *abs* odwracalna reakcja chemiczna (nprz. reakcja $2CO + O_2 \rightleftarrows 2CO_2$) wykonana została w t. zw. układzie skondensowanym (t. j. w takich warunkach, że prężności par zarówno substratów jak i produktów reakcji mogą być uważane jako równe zeru), to według prawa Nernsta efekt cieplny tej reakcji będzie się równał t. z. *pracy maksymalnej* $W_0 = \frac{1}{427} A$.

Pod pracą maksymalną w termochemji rozumiemy *fikcyjną pracę „techniczną"* (w znaczeniu tego słowa, stosowanem w „Termodynamice" prof. Stefanowskiego str. 16—18) zużytą na wprowadzenie substratów reakcji do t. zw. „pudła Van't-Hoffa" (przy pomocy pomp, posiadających tłoki z błon półprzepuszczalnych), a następnie na odprowadzenie z tego pudła odpowiednich produktów reakcji. Pudło Van't Hoffa jest to naczynie, w którem pewna *odwracalna* reakcja chemiczna zachodzi *izotermicznie* i w którem ustaliła się już równowaga chemiczna. Praca maksymalna zależy do temperatury i od ciepła reakcji (według wzoru

$$\frac{1}{427} A = W_0 - T \int_0^T \frac{dW}{T} \Big);$$

dla reakcyj gazowych odwracalnych (np. dla reakcji chemicznej dyssocjacji dwutlenku węgla $2CO_2 \rightleftarrows 2CO + O_2$) praca ta test funkcją t. zw. spółczynnika równowagi reakcji $A = -RT \ln K$, gdzie R molowa stała gazowa, spółczynnik równowagi $K = P^2_{CO_2} : P^2_{CO} P_{O_2}$), zaś P będą to ciśnienia cząstkowe odpowiednich reagentów w pudle Vantt-Hoff'a pod sumarycznem ciśnieniem przyjętem = 1.

Sprawy te poruszyłem w artykule niniejszym jedynie dla tego, żeby wykazać, że pomiędzy *ciepłem spalania bezwzględnem* (t. j. w temp. O^0 *abs*) i dyssocjacją gazów spalinowych w wysokich temperaturach zachodzi związek bezpośredni, a więc dla badania zjawisk cieplnych temperatura zera absolutnego nie jest bynajmniej oderwaną od życia fantazją, lecz posiada głębsze znaczenie naukowe.

Szczegółową teorję praw termochemji, o których wyżej wspomniałem, czytelnik znajdzie w wyżej wymienionem dziele Schülego (rozd. III „Termodynamik chemischer Reaktionen" wyd. 3 rok 1920 str. 128—225, wyd. 4 r. 1923— str. 151 — 253). W języku polskim w niedalekiej przyszłości wyjdzie III tom „Chemji fizycznej" prof. W. Świętosławskiego, który obejmować będzie termochemję i elektrochemję.

*) Jeżeli przyjmiemy, że po spaleniu w bombie ciśnienie spada do $20{,}4 \frac{kg}{cm^2}$. W rzeczywistości przy niepełnem skropleniu pary wodnej byłoby ono nieco wyższe.

**) gdyż dla gazów *doskonałych* praca techniczna $L_t = \int_1^2 vdp$ oddana na zewnątrz podczas rozprężania izotermicznego równa się energji pobranej przez gaz w celu powiększenia objętości $L_z = \int_1^2 pdv$ (t. zw. pracy sił zewnętrznych).

wadzanego do instalacyj cieplnych, 2) charakteryzuje paliwo w założeniu, że produkty spalania posiadają tę samą temperaturę laboratoryjną i zawierają wodę całkowicie skroploną, 3) praktycznie biorąc jest wartością niezależną od ciśnienia, pod jakiem zachodzi spalanie. Wydaje się nam zatem rzeczą naturalną, że taka wartość opałowa służyć może za podstawę do naukowego układania bilansów cieplnych instalacyj technicznych, a zatem z wartości opałowej górnej skorzystamy w celu wyjaśnienia zasad zestawienia bilansów cieplnych kotłów parowych.

I. FESZCZENKO-CZOPIWSKI, prof. Akad. Górn. w Krakowie.

O TECHNOLOGICZNEJ WARTOŚCI PRÓB HARTOWALNOŚCI MATERJAŁU BLACH KOTŁOWYCH.

§ 57. W warunkach technicznych na dostawę blach kotłowych spotykamy często przepis badania hartowalności materjału w następujący sposób: Próby blach o grubości 20 *mm.* i szerokości 40 *mm.* przy długości nie mniejszej jak 250 *mm.* po ogrzaniu do jasno-czerwonej barwy należy szybko ochłodzić w wodzie a następnie zgiąć o 180°. Przy grubości większej niż 20 *mm.* jedna strona próbki powinna być sheblowana do grubości 20 *mm.*, a proces gięcia dokonany w ten sposób, aby strona sheblowana znajdowała się wewnątrz. Dobry materjał po takiej próbie nie powinien dawać pęknięć, kąt zgięcia, przy którym nastąpi pęknięcie jest miarą stopnia hartowalności stali.

Powstaje pytanie: co może dać opisana próba gięcia zahartowanych kawałków miękkiego żelaza, jak trzeba traktować wyniki tego badania i w jakim celu wymagany jest brak hartowalności materjału blach kotłowych.

Z metalografji wiadomo, że miękka stal, zawierająca około 0,1% węgla w zwykłych warunkach szybkiego chłodzenia w wodzie od temperatury nieco powyżej A_3 (906°), lecz nie wyżej 950° (temperatura jasno-czerwonej barwy) nie daje się hartować. *Sauvageot i H. Delmas**) jednak dowiedli, że nawet bardzo miękka stal, zawierająca poniżej 0,1% węgla może być zahartowana, — lecz temperatura hartowania musi być bardzo wysoka, bliska do temperatur linji solidus'a (na rys. 97—*AHJE*) t. j. do temperatur początku topienia. Wyżej wymienieni autorowie badali hartowalność stali martenowskiej o zawartości węgla — 0,09%, manganu — 0,33% ze śladami innych domieszek. Okazało się przytem, że mechaniczne właściwości próbek, hartowanych od temperatury 950° i wyżej pozostawały prawie bez zmiany aż do temperatury hartowania 1350°. Próbki hartowane przy tej temperaturze wykazały znaczny wzrost wytrzymałości i twardości, a jednocześnie—zmniejszenie ciągliwości. Po hartowaniu w wodzie od temperatury 1450° osiągnięto takie maksymalne wartości: wytrzymałość około 90 *kg/mm²;* granica sprężystości zbliżona do wartości wytrzymałości; twardość — około 300 *kg/mm²*; wydłużenie jednostkowe, jak również i przewężalność wynosiły prawie zero. Próbki, hartowane od tych samych temperatur w oleju wykazały analogiczny charakter zmian właściwości mechanicznych może jednak nie tak ostry. Powolne stygnięcie próbek od 1450° C spowodowało objawy przegrzania, t. j. obniżenie właściwości mechanicznych. Odpuszczanie prób, hartowanych od 1450° powoduje takie same skutki jak i odpuszczanie zwykłych stali węglistych hartowanych.

Badania mikroskopowe potwierdzają wyżej opisaną analogję: próbki miękkiej stali, hartowane od 1450°, wykazały budowę martenzytową, a hartowane od tej temperatury i następnie odpuszczane — budowę troostytową lub sorbityczną zależnie od stopnia odpuszczenia, analogicznie jak dla stali węglistych termicznie ulepszonych.

Hartowanie żelaza — *Armco* (czyste żelazo, prawie bez żadnych domieszek) od tej samej temperatury nie wykazało jednak tak wyraźnej analogji. W odpowiedni sposób hartowana próbka żelaza-*Armco* wykazała wytrzymałość—54 *kg/mm²*, a twardość—185 *kg/mm²*.

Niżej umieszczono porównawcze badania twardości metodą Brinell'a czterech gatunków stali małowęglistej, zależnie od temperatury hartowania i szybkości chłodzenia. Okazuje się, że próbki, zawierające bardzo mało węgla i manganu nie wykazują tak wyraźnych zjawisk hartowania nawet przy ogrzewaniu do temperatury białego żaru.

	Twardość w skali Brinell'a (kg/mm²) prób hartowanych od temperatury		
	1450° w wodzie	1450° na powietrzu	900° na powietrzu
Miękkie żelazo martenowskie o zawartości 0,10% *C* i 0,42% *Mn*	254	117	110
Żelazo fryszerskie o zawartości 0,10% *C* i 0,48% *Mn* .	302	121	114
Żelazo szwedzkie o zawartości 0,10% *C* i 0,48% *Mn* .	267	117	110
Żelazo pudlarskie o zawartości 0,05% *C* i 0,08% *Mn* .	108	94	103

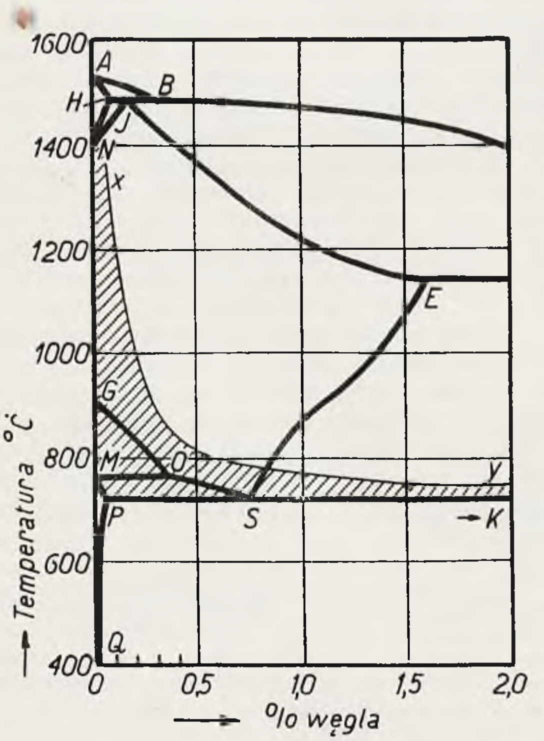
*) Revue de Métallurgie mem. 1923,777—796.

Stąd jasnem jest, że przyczyną hartowalności stali jest węgiel zawsze choć w niewielkich zawartościach obecny we wszystkich handlowych gatunkach miękkiej stali.

Stale, zawierające węgla 0,3% i więcej posiadają temperaturę hartowania normalną, która znajduje się o 20—30° powyżej punktu A_3. Lecz przy mniejszych zawartościach węgla temperatura hartowania szybko wzrasta i to w takiem tempie, że stale zawierające 0,1% węgla posiadają temperaturę hartowania bliską do punktu topienia. Zgadza się to zupełnie z regułą wypowiedzianą przez *Grenet'a* i *Dejan'a*, że dla otrzymania największych skutków hartowania istnieje pewna krytyczna temperatura powyżej A_3. Przy ogrzaniu poniżej tej temperatury hartowanie nie daje odpowiedniego efektu. Dla mało węglistych stali ta krytyczna temperatura leży blisko temperatury topienia.

Charakter zmian liczb twardości w skali Brinell'a dla dwóch gatunków miękkiej stali o zawartości węgla 0,13 i 0,20% zależnie od temperatury hartowania jest następujący:

Temperatura hartowania; °*C*: . .	950	1025	1100	1200	1300	1400	1430
Twardość w skali Brinell'a *kg*/mm² .							
Stali zawierającej węgla 0,13%	218	228	232	232	330	345	345
Stali zawierającej węgla 0,20%	264	415	410	415	415	400	395



Rys. 97.

Na podstawie powyższych badań widzimy, że pomiędzy stalą bardzo miękką, która nie przyjmuje hartowania a stalą miękką lecz hartującą się istnieje ciągłe przejście, a różnica między temi gatunkami stali polega na istnieniu dwóch zakresów hartowania: a) zakresu niezupełnego hartowania, kiedy po hartowaniu obok martenzytu występują składniki przejściowe, a mianowicie — troostyt i sorbit, wskutek czego nie osiąga się maksymalnej twardości; b) zakres zupełnego hartowania kiedy w próbkach zahartowanych od tych temperatur znajduje się jeden tylko składnik budowy — martenzyt o maksymalnej twardości. Dla stali bardzo miękkich, niehartujących się, ten zakres zupełnego hartowania, jak to powyżej mówiliśmy, leży blisko temperatury topienia. Z tego powodu hartując miękkie gatunki stali od temperatur choć wyższych od temperatury przemiany allotropowej „α"→„γ", lecz bliskich do niej, wyraźnych skutków hartowania nie osiągamy.

Proces hartowania stali polega na tem, że ogrzewając materjał wyżej przemiany allotropowej „α"→„γ" (patrz § 29) przeprowadzamy żelazo w nową fazę „γ". w której rozpuszczalność węgla (względnie tlenu i fosforu) jest większą niż w fazie „α". Szybkiem chłodzeniem przechodzimy szybko temperaturę przemiany allotropowej „α"→„γ". Z tego powodu przemiana allotropowa obniża się i odbywa się, w normalnych warunkach hartowania, w temperaturach około 300° — 400°, t. z. w warunkach, kiedy drobne nowopowstałe ziarenka ferrytu nie mają czasu i możliwości powiększyć swych wymiarów, budowa pozostaje drobnoziarnistą, a domieszki węgla (tlenu i fosforu) pozostają zatrzymane w roztworze stałym lub wydzielone w postaci nadzwyczajnie rozdrobnionej, bliskiej do stanu „atomowego rozproszenia". Jako skutek drobnoziarnistości zahartowanej budowy materjału i wynikającego ze stanu tej drobnoziarnistości utrudnienia ruchów plastycznych wewnątrz ziaren, wzdłuż płaszczyzn łatwego poślizgu (patrz § 8), wytrzymałościowe właściwości materjału podnoszą się a ciągliwość i odporność na uderzenia — zmniejszają się.

Teraz rozważmy co się dzieje z próbkami ogrzanemi do temperatury poniżej A_1 i następnie szybko chłodzonemi (hartowanemi w wodzie o temperaturze pokojowej)? Skutki takiego procesu obróbki termicznej mogą być korzystne tylko pod warunkiem, że materjał nie był poprzednio odkształcony. W temperaturach bliskich do temperatury przemiany allotropowej lecz niższych od niej rozpuszczalność węgla (tlenu i fosforu) w „α" — żelazie jest większą (patrz odcinek *PQ* na wykresie *Fe-C*, rys. 97) niż w temperaturach zwyczajnych. Stopień rozpuszczalności tych składników w „α" żelazie zmniejsza sie w miarę obniżenia temperatury. Stąd wynika, że szybkie chłodzenie od temperatury Ar_1, zatrzymuje te składniki w roztworze stałym, a powolne przejście tego zakresu temperatur (700-400°) sprzyja wydzielaniu nowych faz międzymetalicznych, mianowicie Fe_3C, FeO i Fe_3P. Obecność tych faz w wielkościach nadkrytycznych*) zwiększa kruchość materjału nie zmieniając pra-

*) Patrz: „Samoulepszenie podczas starzenia" Przegląd Górn. — Hutn. 1926 Nr. 2.

wie innych właściwości mechanicznych. Tego rodzaju kruchość nazywamy kruchością wyżarzania (temper brittleness, Anlassprödigkeit, fragilité de revenu). O ile badany materjał poprzednio był odkształcony, a temperatura ogrzewania nie przekroczyła temperatury przemiany allotropowej to w czasie przebywania tej próbki w temperaturach rekrystalizacji (patrz § 9-y) zachodzi proces wzrostu ziaren w tem większym przytem stopniu im dłużej materjał przebywał w zakresie temperatur rekrystalizacji. Zjawiska rekrystalizacji wpływają ujemnie na stan kruchości materjału.

Jeżeli temperatura, do której materjał była ogrzany jest wyższą od temperatury przemiany allotropowej „α"→„γ" to materjał hartuje się lecz stopień zupełnej hartowalności wymaga ogrzania do temperatury powyżej krzywej *xy* (patrz rys. 97), która leży tem wyżej im mniej węgla (według twierdzenia *Sauvageot'a* i H. *Delmasa*) a według mego zdania również im mniej tlenu i fosforu zawiera dany materjał. Dla każdego miękkiego materjału istnieje odpowiednia temperatura hartowania, od której materjał daje wyraźne pęknięcie przy gięciu. Występuje ono przy tem mniejszym kącie zgięcia im więcej zanieczyszczeń zawiera dany materjał.

§ 58 — Poniżej podane są właściwości mechaniczne materjałów trzech blach kotłowych oznaczanych przez Nr. 13, 14 i 15 składzie chemicznem jak niżej;

№ 13: Węgla = 0,11%; krzemu = 0,022; manganu = 0,49 fosforu = 0,053, siarki = 0,04;
№ 14: Węgla = 0,10; krzemu = 0,030; manganu = 0,51; fosforu = 0,086; siarki = 0,04,
№ 15: Węgla = 0,09; krzemu = 0,025; manganu = 0,54; fosforu = 0,035; siarki = 0,035;

a mianowicie:		Blacha № 13	№ 14	№ 15
Odporność na uderzenia (U) kgm/cm²	przy — 15°C: =	5,1	1,3	2,9
	0°—	7,2	2,4	6,8
	+ 15	9,2	7,0	9,5
	+ 100	13,7	11,3	12,6
	+ 150	12,9	10,6	12,4
	+ 200	10,1	10,0	11,0
Twardość w skali Brinell'a *(H) kg/mm²*		120,0	106,5	137
Granica płynności *(Q) kg/mm²*		25,2	22,3	23,0
Wytrzymałość *(R) kg/mm²*		40,3	38,7	38,1
Wydłużenie *(A) w %*		33,0	30,0	29,3
Przewężenie *(C) w %*		60,5	61,3	60,3
Stosunek *Q:R w %*		62,5	57,6	60,5
Stosunek *H:Q*		4,76	4,78	5,96
Temperatura hartowania (w °C) powodująca powstawanie rys podczas gięcia		950	900	1150

Z tego zestawienia stwierdzamy, że hartowanie od temperatury 900—1000° materjału blachy Nr. 15 i hartowanie od temperatury około 900° materjału blachy Nr. 13 w pewnym stopniu uszlachetniło powyższe materjały, które w stanie dostarczonym wykazały szeroki zakres kruchości na zimno i dość grube ziarno. Stosunek $Q:R$ w stanie dostarczonym był znacznie niższy od stosunku $Q:R$ w stanie hartowanym od tej temperatury. Stopień tego ulepszenia można ocenić porównywując własności mechaniczne blachy Nr. 13 w stanie dostarczonym i hartowanym w wodzie od 930°.

		w stanie dostarczonym	w stanie hartowanym od 930°
Odporność na uderzenie *(U) kgm. cm²*	przy— 15°C.	5,1	11,0
	0	7,2	11,5
	+ 15	9,2	12,4
	100	13,7	12,5
	+150	12,9	12,6
	+200	10,1	12,8
Twardość w skali Brinell'a *(H) kg/mm²*		120,0	137*
Granica płynności *(Q) kg/mm²*		25,2	38,8
Wytrzymałość *(R) kg/mm²*		40,3	52,3
Wydłużenie *(A) w %*		33,0	16,8
Przewężenie *(C) w %*		60,5	47,5
Stosunek *Q:R w %*		62,5	72,3
Stosunek *H:Q*		4,76	3,54

Wyjaśnienia wysokiego stopnia hartowalności blachy Nr. 14 trzeba szukać w jej składzie chemicznym (wysoka zawartość fosforu), w jej budowie (znaczna zawartość żużli o charakterze tlenków, spowodowanych widocznie niezupełnem odtlenieniem metalu jeszcze w piecu martenowskim). Wysoki stopień hartowalności powoduje silne obniżenie sosunku $H:Q$ w stanie hartowanym.

§ 59. Gięcie prób stali w stanie przekutym i zahartowanym (badanie stopnia hartowności stali) jest decydującem przed spustem metalu z pieca martenowskiego. Wtedy kąt gięcia i charakter pęknięcia decyduje przedewszystkiem o stopniu twardości materjału, t. zn. o zawartości węgla, a zatem o stopniu odtlenienia. Tego rodzaju zdanie możemy wypowiedzieć na podstawie wyników gięcia prób materjału blach kotłowych w stanie hartowanym od temperatur bliskich lecz nieco wyższych od Ac_3, a praktycznie biorąc—od temperatury około 950°, którą określamy ogólnikowo w skali barw temperaturą jasno-czerwoną. Wtedy pęknięcie przy małym kącie gięcia wskazuje, że stal zawiera: a) nieco więcej węgla niż to jest koniecznem, by miękka stal hartowana od temperatury czerwonego koloru nie przyjęła hartu; b) że oprócz tego stal jest utlenioną, że stal zawiera liczne wtrącenia żużlowe o charakterże tlenków. Wpływy obu tych czynników sumują się, lecz wpływ pierwszego czynnika przeważa. Wydzielenie jednego z tych wpływów jedynie na podstawie próby gięcia materjału w stanie hartowanym jest niemożliwe. Niezbędne są dodatkowe badania metalograficzne.

Próba hartowalności może być wskazaną jedynie przy ocenie blach miękkich, o zawartości węgla 0,10—0,12%. O ile zaczniemy korzystać

---

*) Żelazo Nr. 13 w stanie dostarczonym posiadało twardość = 120 kg/mm²; wyżarzonym = 103,5; hartowanym od 700° = 115; 800° = 121 i 900° = 126 1000° = 137; 1100° = 143; 1200° = 163 kg/mm².

z materjału o większej zawartości węgla, jak to obecnie dopuszczają normy amerykańskie aż do zawartości 0.25%C, to próba gięcia przestaje być celową. Stopień hartowalności stali miękkich zmniejsza się ze zwiększeniem stopnia ich wydłużalności. Dlatego, o ile wymagany jest wysoki stopień wydłużalności materjału blach kotłowych próby hartowalności przez gięcie będą wskazane. Jednak słuszność prawie powszechnie przyjętego wymagania wysokiej ciągliwości materjału blach kotłowych jest wątpliwą, szczególnie kiedy stopień ciągliwości jest ustalony przez określenie wydłużenia jednostkowego na próbach rozerwania, dokonywanych w temperaturach zwyczajnych. Podstawy tego twierdzenia omówimy w następnym artykule.

Prof. K. TAYLOR i Prof. W. IWANOWSKI, Warszawa.

SPIRYTUS JAKO PALIWO DO SILNIKÓW.

(por. *Technika Cieplna*, 1927 str. 93)

TABELA II.

Próby silnika Renault I o mocy 31 KM; karburator Zenith.

Moc przenoszona na hamulec Prony'ego o ramieniu 1,2 m.

Obciążenie ramienia 10 kg.

Przekładnia 1 : 1.

Symbol mieszanki	Średnica dyszy	Liczba. obr. min	Czas biegu silnika na 5,31 ltr. paliwa	Rozchód paliwa w ltr. na g.	Różnica w procentach		
					w mocy	w rozchodzie mieszanki	ogólna
Benzyna	1,10 mm.	1580—1600	27 min	11,8	—	—	—
A—1	1,25	—	—	15,1	—	27,7	—
A—1	1,20	—	—	14,9	—	24,8	—
A—2	1,20	—	—	13,55	—	14,4	—
A—2	1,15	(ciężarek na	pływaku)	13,75	—	15,2	—
A—3	1,10	—	—	14,4	—	21,6	—
B—1	1,10	—	22,25	14,2	—	20,5	—
B—2	1,10	—	23,7	13,8	—	15,5	—
B—3	1,15	—	23,15	13,7	—	15,0	—
C—1	1,15	1530—40	24,20	13,1	4,0	10,8	14,8
C—2	1,15	15[illegible]0—60	23,56	13,35	2,3	12,4	14,7
C—3	1,15	1500—20	23,15	13,75	5,6	15,2	20,8
D—1	1,15	1520—40	24,15	13,15	4,0	10,9	14,9
D—2	1;15	1550—60	24,35	12,95	2,3	9,7	12,0
D—3	1,15	1510—20	23,24	13,65	5,0	12,6	17,6
E—1	1,15	1520—30	22,32	14,1	4,2	13,2	17,4
E—2	1,17	1530—40	23,47	13,43	4,0	13,5	17,5
O—2	1,15	1540—	22,32	14,1	3,3	13,2	16,5
O—3	1,15	—	21,5	15,0	—	27,8	—
B—2	1,15	1480—500	24.7	13,3	6,7	12,3	19,0
C—2	1,15	1470—80	23,47	13,45	7,2	13,4	20,6
D—2	1,17	1540—60	22,55	13,95	3,0	18.0	21,0

TABELA 3.

Próby silnika „Ford" o mocy 14—22 KM; karburator Ford.
Obciążenie ramienia hamulca 6,5 kg.
Przekładnia 1 : 1.

Symbol mieszanki	Liczba obrotów na min.	Rozchód w litrach na godz.	Różnica w procentach		
			w obrotach	w rozchodzie	ogólna
Benzyna	1240	9,35	—	—	—
C 2	2270	9,45	—2,5	0,9	—1,6
D 2	13.5	8,78	—8,0	—6,1	—14,1

Wyniki nie zupełnie ścisłe z tej przyczyny że przy pędzeniu benzyną silnik nie był jeszcze dotarty, gdyż, jako nowy, nie był jeszcze wcale w ruchu. Docierając się dawał coraz lepsze wyniki; stąd dla mieszanki C-2 wynik o 1,6% był lepszy niż dla benzyny, a różnica na korzyść mieszanki D-2 dochodzi nawet do 14%. Jeżeli porównać jeszcze rezultat ten z następnym to zauważymy, że wynik przy pędzeniu mieszanką jest korzystniejszy o 5%.

Jedynie mieszanki naftowe dały gorsze rezultaty.

TABELA 4.

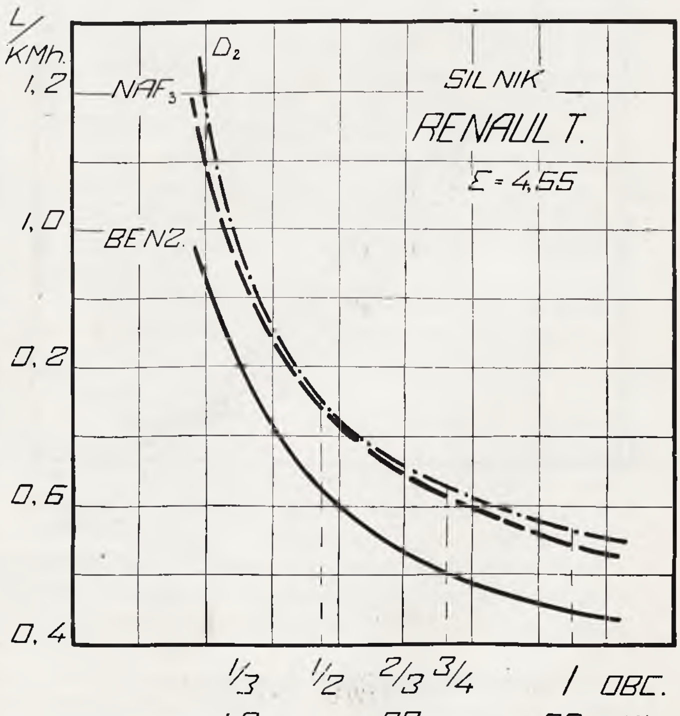
Próby na silniku Renault I o mocy 31 KM, karburator Zenith. Moc wytworzona w prądnicy prądu stałego obracanej silnikiem bezpośrednio sprzężonym gubiona w oporniku elektrolitycznym.

Obciążenie ramienia o długości 1 m = 14 kg.

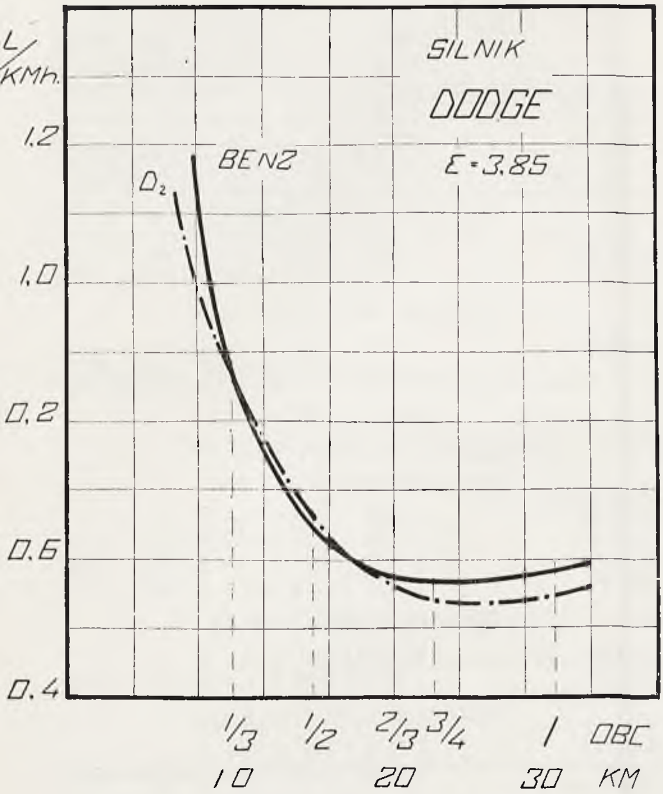
Symbol mieszanki	Liczba obrotów na min. (przekładnia 1.6)	Rozchód na 1 godzinę w litrach	Różnice w proc. przy użyciu mieszanki zamiast benzyny: w obrotach	w rozchodzie	ogólne
Benzyna (dysza 1,10)	945	13,3	—	—	—
A—2	911	14,35	4,0	8,0	12,0
A—2 (3% naftaliny)	909	14,30	4,2	7,8	12,0
B—2	905	14,14	4,4	6,4	10,8
C—2 (dysza 1,15)	909	14,45	4,0	8,6	12,6
D—2	908	14,4	4,1	8,2	12,3
F—2	906	14,3	4,4	7,3	11,7
F—2	905	14,30	4,4	7,8	12,2
G—2	910	14,30	3,9	7,6	11,5
B—2	909	14,45	4,3	8,5	12,8
50% alk. i 50% C_6H_6	920	13,70	2,8	2,8	5,6
60% alk. i 40% benzolu	902	13,75	5,2	3,6	8,8
Monopolina (dysza 1,20)	912	15,85	4,0	19,2	23,2
Silnik „Renault" II. Próby na różnych obciążeniach.					
Pełne obciążenie P = 14 kg.					
Benzyna (dysza 1,10)	1018	13,8	—	—	—
D—2 (dysza 1,15)	1015	17,4	0,3	25,9	26,2
Lakbenzynowa	1016	17,13	0,2	24,2	24,4
Naf—1	1012	17,68	0,6	27,8	28,4
Naf—2	1016	17,4	0,2	25,7	25,9
Naf—3	1015	17,1	0,3	24,2	24,5
Obciążenie 0,75 P = 10,5 kg.					
Benzyna	1035	11,8	—	—	—
D—2	1025	15,0	1,0	27,2	28,2
L. benz. II	1030	14,55	0,5	24,0	24,5
Naf—1	1028	15,4	0,7	30,5	31,2
Naf—2	1030	15,15	0,5	28,3	28,8
Naf—3	1017	14,20	1,8	20,5	22,3
Obciążenie 0,5 P = 7 kg.					
Benzyna	1035	9,64	—	—	—
D—2	1032	11,8	0,3	22,6	22,9
L. benz. II	1030	11,4	0,5	18,3	18,8
Naf—1	1035	11,95	—	24,1	24,1
Naf—2	1034	11,22	—	16,5	16,5
Naf—3	1014	11,2	2,0	17,0	19,0
Obciążenie 0,25 P = 3,5 kg.					
Benzyna	1035	7,47	—	—	—
D—2	1040	9,66	—0,5	29,6	29,1
L. benz. II	1032	9,33	0,3	24,6	24,9
Naf—1	—	—	—	—	—
Naf—2	1035	9,10	—	21,4	21,4
Naf—3	1023	8,95	1,2	19,9	21,1
Silnik „Dodge". Moc silnika 22-30 KM.					
Pełne obciążenie P = 14 kg.					
Benzyna	1526	17,2	—	—	—
D—2	1538	16,2	− 6,15	−1,0	− 7,15
A—2	1534	15,48	−10,35	−0,5	−10,85
Naf—2	1528	15,55	−10,0	—	−10,0
Obciążenie 0,75 P = 10,5 kg.					
Benzyna	1530	12,7	—	—	—
D—2	1545	12,2	—4,15	—1,0	—5,15

Symbol mieszanki	Liczba obrotów na min. (przekładnia 1 : 1)	Rozchód na godzinę w litr.	Różnice przy użyciu mieszanki zamiast benzyny w proc.: w obrotach	w rozchodzie paliwa	ogólne
Obciążenie 0,5 P = 7,0 kg.					
Benzyna	1540	9,72	—	—	—
D—2	1567	9,77	—1,8	0,52	—1,28
Obciążenie 0,25 P = 3,5 kg.					
Benzyna	1570	8,55	—	—	—
D—2	1555	7,74	—9,0	1,0	—8,0
Silnik „Ford". Moc 12-22 KM. Karburator „Ford".					
Pełne obciążenie P = 6 kg.					
Benzyna	1275	8,85	—	—	—
D—2	1340	9,43	— 1,5	6,6	5,1
Naf—3	1273	9,5	—	7,35	7,35
Naf—3	1315	9,64	—1,4	8,90	7,5
Obciążenie 0,666 P = 4 kg.					
Benzyna	1343	9,0	—	—	—
Naf—3	1340	7,89	—	—121	—12,1
Obciążenie 0,333 P = 2 kg.					
Benzyna	1412	6,2	—	—	—
Naf—3	1395	5,87	1,2	—5,35	—4,15

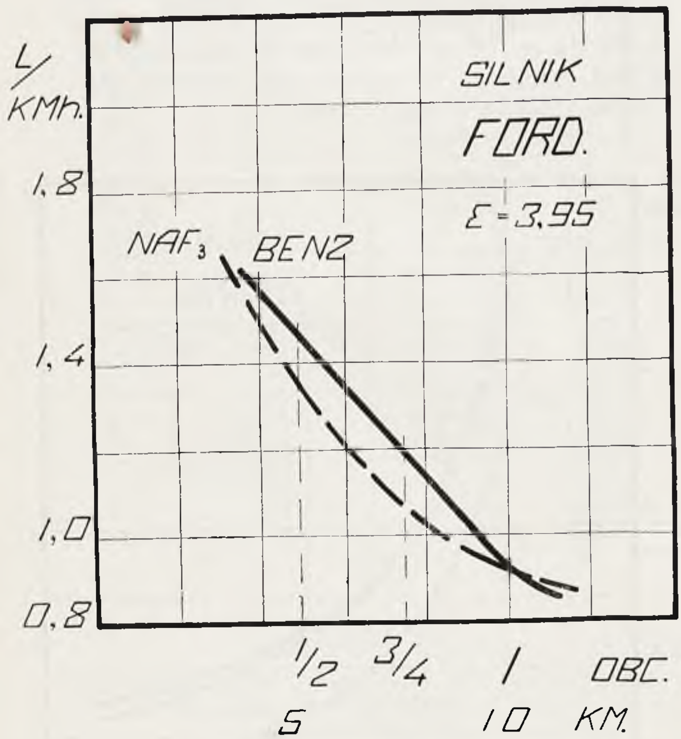
Na rysunkach 5, 6 i 7 przedstawione są krzywe rozchodu mieszanki oraz benzyny dla silników Renault (czołgowy), Dodge i Ford w stosunku do obciążenia. Wykresy te stwierdzają dodatnie rezultaty, otrzymane przy pędzeniu mieszanką silników Dodge i Ford.



Rys. 5.



Rys. 6.



Rys. 7.

PRÓBY SZOSOWE I RAIDOWE.

Można je podzielić na 2 grupy:

1. krótkodystansowe, dla których średnia długość drogi wynosiła od 10 do 22 *km*.

2. długodystansowe, dla których długość drogi wahała się od 100 do 1000 *km*.

Próby długodystansowe dały możność wypróbowania mieszanki pod względem mocy, elastyczności biegu t. j. konieczności zmiany przekładni przy zmiennych szybkościach i hamowaniu w miastach, przechodzeniu z większych obrotów na mniejsze i odwrotnie, łatwości rozruchu, pokonywania wzniesień, grzania oraz zakapcania silnika i ogólnego bezpieczeństwa jazdy na długich dystansach. Nie dały one zato bezwzględnego porównania ilościowego rozchodu mieszanki a benzyny, gdyż droga odwrotna, podczas której pędzono silnik benzyną, posiadała zwykle inne warunki zarówno co do poziomu, (np. raid z Warszawy do Zakopanego i z powrotem) jak i warunków atmosferycznych.

W celu dokładnych wyników porównawczych co do ilościowego rozchodu, robione były próby na krótkich dystansach z niewielką ilością mieszanki i benzyny.

Paliwo wlewano albo do zasysacza próżniowego t. zw. mamki (Chrysler, Laurin-Klement, Dodge) albo do zbiornika umieszczonego nad karburatorem (Citroen, Unic) w ilości wymierzonej (1,0 lub 1,2 litra) i uruchamiano silnik, puszczając odrazu samochód w ruch. Po wypaleniu wszystkiej benzyny napełniano zbiornik tą samą ilością paliwa i wracano tą samą drogą. Ilość kilometrów przejechanych w obie strony to była średnia droga przejechana na 2,0—2,4 l benzyny. Następnie robiono z tego samego miejsca analogiczną próbę na mieszance. Ponieważ drogi przejechane były zupełnie identyczne, (jednakowy spadek i stan szosy) zaś warunki atmosferyczne w tak krótkim czasie nie zmieniały się zupełnie, więc stosunek odwrotności przejechanych kilometrów, da nam stosunek rozchodu benzyny do mieszanki.

Próby takie wykazały, że ilościowy rozchód mieszanki jest albo równy albo mniejszy niż przy pędzeniu benzyną; w rzadkich wypadkach większy.

Samochody, które podlegały krótkodystansowym próbom drogowym były zaopatrywane w silniki o wyższym stopniu sprężania, a zatem jak należało przypuszczać—i wyniki otrzymane są bardzo korzystne.

Niżej podajemy wyniki raidów:

WYNIKI Z RAIDÓW

a) krótkodystansowych:

Marka samochodu	Rozchód benzyny w litrach na 100 km.	Rozchód mieszanki w litrach na 100 km.
Chrysler	21,1	20,2
Laurin i Klement	15,9	15,9
Dodge	21,9	20,4
Citroen	17,32	17,15
Unic	10,6	10,6

b) długodystansowych:

Marka samochodu	Kierunek drogi	Ilość km. przejechanych	Rozchód benzyny w lit. na 100 km.	Roz. mieszanki w lit. na 100 km.
C. W. S.	Warszawa — Kartuzy — Puck — Gdynia — Wejherowo — Starogard — Grudziądz—Chełmno — Rypin — Sierpc . . .	1070	—	23,5
Ford	Warszawa — Kielce — Zakopane — Morskie Oko — Nowy Targ — Lipnica — Chabówka — Kraków — Jedlińsk . .	840	—	20,0
CWS	Warszawa — Kielce — Pińczów — Jędrzejów— Kraków — Zakopane — Morskie Oko — Jędrzejów — Kielce	730	—	21,8
CWS	Warszawa — Noworadomsk — Warszawa. .	400	—	23
Minerwa	Warszawa -- Wyszków — Ostrów Mazowiecki.	105	—	18
„	Ostrów Mazowiecki — Warszawa.	105	19	—
CWS	Warszawa — Ciechanów Warszawa.	200	—	21,5
Ford	Warszawa — Ciechanów i z powrotem	—	—	17,5
CWS	Warszawa — Kielce . .	180	—	22
„	Kielce — Warszawa . .	180	24	—
Ford	Warszawa — Łochów i z powrotem	—	—	10
Motocykl	Warszawa — Radom. .	104	3,0	—
„Norton“	Radom — Warszawa. .	104	—	3,5

ZESTAWIENIE WYNIKÓW.

Z przytoczonych prób i doświadczeń możemy wyprowadzić następujące wnioski:

1. Polska pod względem produkowania mieszanek napędowych o podłożu spirytusowem znajduje się w bardzo pomyślnych warunkach posiadając dostateczną ilość surowców do tych celów.

2. Wyprodukowana mieszanka jest produktem zdolnym do zupełnego zestąpienia benzyny w silnikach samochodowych, a nawet może i lotniczych.

3. Z mieszanki nie daje się wydzielić spirytus do celów konsumcyjnych nawet zapomocą dokładnej destylacji frakcjonowanej.

4. Zmiany w silniku w celu przystosowania go do pędzenia mieszanką są minimalne i dadzą się uskutecznić niewielkim kosztem i zachodem (zwiększenie otworku w dyszy paliwowej karburatora, oraz wcześniejszy zapłon).

5. Rozruch jest zupełnie łatwy, nie trudniejszy niż z benzyną przy temperaturze powyżej zera (próby przy niższych temperaturach nie były dokonywane, stanowić mają dalszy ciąg prac).

6. Zarzucanie świec jest znacznie rzadsze niż przy pędzeniu benzyną.

7. Smarowanie powinno być nieco obfitsze (o 5 — 10%) niż przy benzynie ze względu na to, że mieszanka jest mniej tłusta.

8. Korzystne jest podgrzewanie mieszanek lub powietrza w celu zapobiegania skraplaniu się mieszanki w przewodzie zasysającym tak, aby przewód łączący karburator z zaworem wlotowym był utrzymywany przy temperaturze 25—35°C.

9. Silnik powinien pracować przy wyższej temperaturze wody chłodzącej (70°C.); wykazały to szczególniej próby raidowe, podczas których w wielu wypadkach należało chłodnice osłaniać, aby uniknąć złego tworzenia się mieszanki.

10. Brak przedwczesnych zapłonów i stuków oraz detonacji nawet przy największych obciążeniach.

11. Bieg silnika jest elastyczniejszy, wznoszenie się samochodu pod górę lub zmiany szybkości odbywa się łatwiej na mieszance niż na benzynie, również przy pracy mieszanką samochód może rozwijać większą szybkość maksymalną, (dlatego też do napędu samochodów wyścigowych dodaje się obecnie spirytusu do benzyny). Szczególnie korzystnie pracuje silnik na mieszance przy średnich obrotach.

12. Spalanie mieszanki jest zupełne i pozbawione nieprzyjemnych zapachów i dymu względnie kopcia, wydech jest bezbarwny, niewidoczny, zupełnie czysty i bezwonny.

13. Temperatura gazów wydechowych jest niższa niż przy benzynie, a zatem i zawór wydechowy ulega mniejszemu zniszczeniu, pracując w środowisku chłodniejszem.

14. Korozja części silnika niedostrzegalna. Na tłoku skonstatowano niewielki osad; częściowo przypisać to należy nadmiernemu smarowaniu. Wpływ mieszanki na części składowe silnika, jak tłok, zawory i t. p. może się dopiero okazać po dłuższym okresie pracy z mieszanką, przypuszczalnie jednak nie będzie on szkodliwy.

15. Składniki mieszanki zasadniczo mają własność rozpuszczania niektórych rodzajów lakierów, dlatego też przy nalewaniu jej należy unikać zetknięcia z lakierowanemi częściami nadwozia.

16. Ilościowy rozchód mieszanki w stosunku do benzyny jest identyczny lub mniejszy nawet na samochodach o niższym stopniu sprężania, jak Ford i Dodge.

17. Ponieważ cena jednostki objętości wszystkich składników w chwili obecnej jest niższą od benzyny (prócz benzolu), więc mamy możność wyprodukowania mieszanki zawsze dostatecznie taniej, tembardziej, że różnorodność jakościowa i ilościowa poszczególnych składników pozwala przygotować mieszankę z produktów o najniższej w danym czasie i miejscu cenie rynkowej.

18. Ponieważ w Polsce mamy około 6000 samochodów Forda t. j. około 1/3 ogólnej ilości zarejestrowanych samochodów w Państwie, a Ford jak wykazały nasze doświadczenia, pracuje bardzo dobrze na mieszance, należałoby w czasie jaknaj-

prędszym dostarczyć mieszankę na rynek dla pędzenia nią przynajmniej tej marki samochodów tembardziej, że jak wyżej powiedziano, Ford nie wymaga absolutnie żadnej zmiany przy przejściu na mieszankę.

19. Koniecznym warunkiem wprowadzenia mieszanki na rynek jest jej niska cena tak, aby eksploatacja samochodu przy pędzeniu mieszanką wypadła na początek najmniej o 10% taniej niż przy jeździe na benzynie. Dla celów napędowych Państwowy Monopol Spirytusowy powinien obniżyć możliwie cenę spirytusu, tak jak to zrobiły Niemcy, które do tego celu obniżyły cenę spirytusu z 65 na 15 fen. za litr. W przyszłości należy liczyć się też z tem, aby cena spirytusu do celów napędowych rok rocznie nie ulegała znaczniejszym wahaniom np. w zależności od urodzaju ziemniaków w kraju lub warunków eksportowych.

20. Mieszanki spirytusowe powinny znaleźć zastosowanie przedewszystkiem przy eksploatacji samochodów państwowych, w pierwszym zaś rzędzie samochodów wojskowych, których jest stosunkowo najwięcej, następnie samochodów należących do poszczególnych ministerstw, urzędów wojewódzkich ziemskich, okręgowych dyrekcyj robót publicznych, poczty, autobusów w komunikacji międzymiastowej i innych, jak również instytucyj komunalnych np. straży ogniowych, autobusów miejskich i t. d.

Pierwsza serja prób z mieszankami spirytusowemi została zakończona z bardzo dobrym wynikiem, pozostaje jednak zbadanie mieszanki w pracy zimą przy niższych temperaturach atmosfery w celu przekonania się o przystosowaniu mieszanki do tych warunków pracy, oraz wypróbowania jej na silnikach lotniczych i w rolnictwie na pługach silnikowych, ciągówkach traktorach, jak również i innych pojazdach mechanicznych.

Będzie to zadaniem dalszych prób i badań.

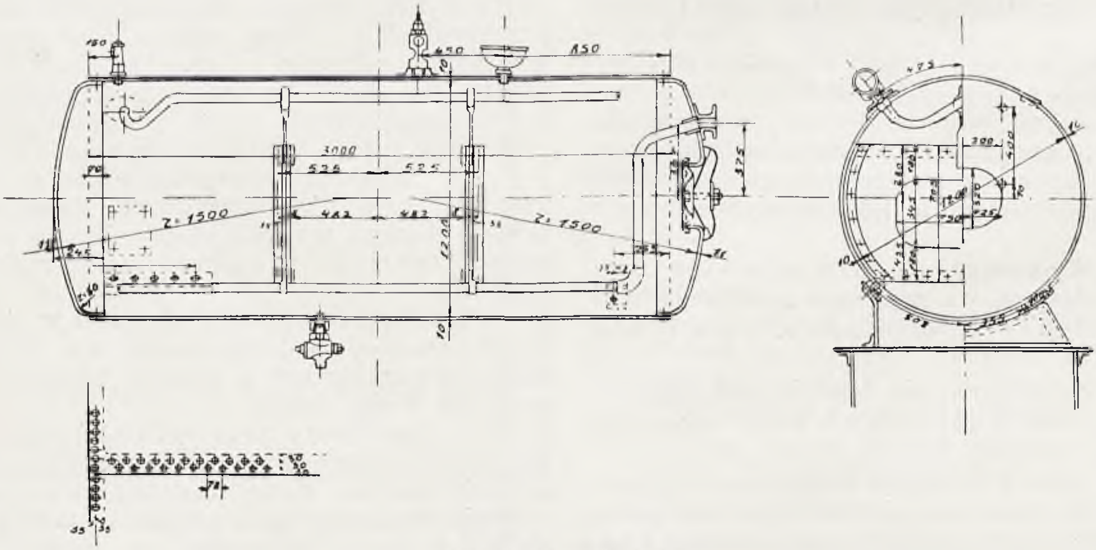
Inż. K. BIZAŃSKI.

WYBUCH KOTŁA LOKOMOTYWY BEZPALENISKOWEJ.

Dnia 1 czerwca b. r. o godzine 6.10 rano wybuchł kocioł lokomotywy bezpaleniskowej na kopalni węgla „J. Piłsudski", będącej własnością Jaworznickich Komunalnalnych Kopalni węgla S. A. w Jaworznie, powodując śmierć maszynisty Władysława Roli i duże szkody materjalne.

Kocioł nie był zgłoszony do dozoru, a tem samem pozbawiony fachowych, perjodycznych oględzin, które, jak z poniższego opisu wynika, musiałyby dość wcześnie wykryć grożące niebezpieczeństwo i zapobiedz wypadkowi.

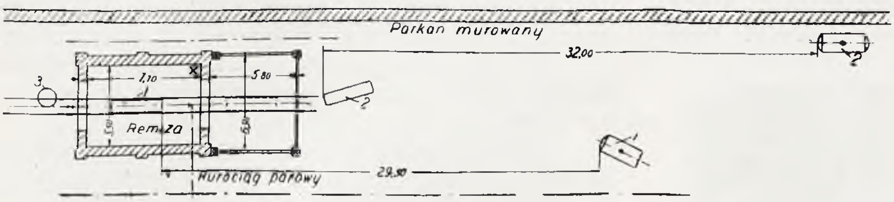
Kocioł oznaczony numerem fabrycznym 7617 składał się z poziomego walczaka z wypukłemi dnami starego typu, z których jedno posiadało centralny wykrój na właz. Kocioł był zbudowany w r. 1918 przez firmę Orenstein i Koppel, S. A. w Berlinie—Drewitz, na ciśnienie robocze 8 atm. i posiadał następujące wymiary: płaszcz cylindryczny, składający się z 1 dzwona, 1200 mm średn. i 3000 mm długości z blachy 12 mm (w rysunku fabrycznym podano 10 mm); dwa dna wypukłe (z tych jedno włazowe) o promieniu wypukłości 1500 mm i promieniu wyoblenia 30 mm, z blachy 11 mm. Szew podłużny, nitowany dwurzędnie w narzutkę, miał podziałkę 78 mm, a średnicę otworu nitowego 23 mm; dwa szwy poprzeczne obu den były jednorzędowe o podziałce



Rys. 1. Rysunek kotła.

50 mm i otworach nitowych 23 mm. Stempel „Borsigwerk” na dnach kotłowych świadczy o pochodzeniu materjału, względnie o wytwórcy den.

Przebieg eksplozji był następujący. Krytycznego dnia maszynista Władysław Rola przyszedł do pracy o godzinie 6-tej rano i zaraz przy-



Rys. 2. Plan sytuacyjny

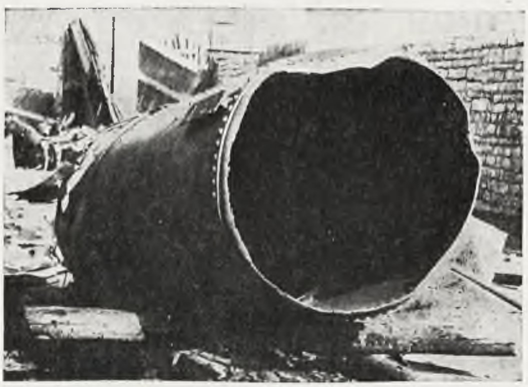
stąpił do ładowania parą kotła lokomotywy z parociągu łączącego remizę z kotłownią. Prócz wspomnianego maszynisty nie było nikogo z obsługi. W kilka minut po rozpoczęciu pracy, o godzinie



Rys. 3. Miejsce wypadku.

6.10, nastąpił wybuch, spowodowany wyrwaniem przedniego dna kotła (patrząc od stanowiska maszynisty) na całym obwodzie wyoblenia.

Jak wskazuje plan sytuacyjny (rys. 2), wyr-



Rys. 4. Fotografja przełomu oderwanego dna.

wane dno (Nr. 3) zostało odrzucone w kierunku wschodnim, a kocioł (Nr. 1), pod wpływem siły reakcji ściął nity czterech łap, łączących go z podwoziem i odleciał w kierunku zachodnim na 29,5 m, uderzając po drodze w podobną lokomotywę, która stała w drewnianej przybudówce remizy i znajdowała się wówczas w remoncie. Kocioł uderzonej lokomotywy (Nr. 2), podobnie jak poprzedni, oderwał się od podwozia i został odrzucony na odległość 32 m od miejsca, w którem pozostało jego podwozie, również z przybudówki wyrzucone. Na fotografji (rys. 3) widać na przednim planie odrzucony kocioł lokomotywy, znajdującej się w przybudówce, z tyłu zaś kocioł, który eksplodował a poza nim gruzy zburzonej remizy. Remiza lokomotywy murowana, o ścianach na dwie cegły, została siłą eksplozji doszczętnie, bo aż do fundamentu, zburzona; ściany drewnianej przybudówki rozpadły się i pomieszały z gruzem murów. Maszynista Rola, który w chwili wybuchu



Rys. 5. Fotografja przełomu oderwanego dna.

stał w rogu remizy przy zaworze parociągu, został prawdopodobnie siłą eksplozji rzucony na ziemię i przygnieciony gruzem walącego się budynku. Według orzeczenia lekarskiego, zgniece-



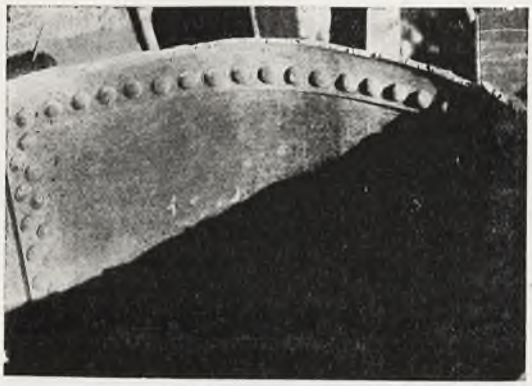
Rys 6. Fotografja przełomu oderwanego dna.

nie czaszki spowodowało natychmiastową jego śmierć.

Zaraz następnego dnia po wybuchu władze górniczo-policyjne, przy współdziałaniu inżynierów

Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie, przeprowadziły dochodzenie, które ustaliło następujący stan faktyczny:

1) Przełom oderwanego dna wskazuje, że materjał był naderwany w zaobleniu dna na długości 2450 mm obwodu, a pęknięcie sięgało do 10 mm głębokości, zatem na tej długości utrzymywał dno tylko pasek blachy grubości 1 mm. Stare pęknięcie, ciemnej barwy i wąski pasek



Rys. 7. Fotografja przełomu oderwanego dna.

zdrowego materjału, wyraźnie odcinający się jasnym metalicznym połyskiem, wskazują fotografje rys. 4 do 7. Wzdłuż linji pęknięcia, po obu bokach, widać równoległe, nie łączące się ze sobą, częściowo rozwarte linje naderwania, o rozmaitej długości i głębokości (rys. 5 i 6). Nasuwającą się do pewnego stopnia wątpliwość, czy te drobne naderwania nie są wyłącznie spowodowane zgięciem materjału przy odrywaniu się dna, usunęła



Rys. 8. Dno z otworem na właz.

obserwacja przeciwległego dna (rys. 8), które przy eksplozji mało ucierpiało a wykazuje jednak w zaobleniu zupełnie podobne, robaczkowo rozwijające się naderwania.

2) Manometr lokomotywy, znaleziony w gruzach, wskazywał 6 atm, co jednak nie może być dowodem ciśnienia panującego w kotle w chwili wybuchu.

3) Kotły stałe, z których pobierano parę do nabijania lokomotywy, wykazywały w chwili wybuchu prężność 12 atm, co stwierdzono z wykresu samopiszącego manometru, umieszczonego przy kotłach stałych. Wykres dołączono do protokółu dochodzenia górniczo-policyjnego.

4) Rurociąg, służący do zasilania parą lokomotyw bezpaleniskowych, a łączący remizę z kotłownią kotłów stałych ma 68 mm średnicy wewnętrznej i około 700 metrów długości, przyczem jest na całej długości nieizolowany i w wielu miejscach, na połączeniach kryzowych, nieszczelny.

5) Pojedyńczy, sprężynowy zawór bezpieczeństwa, umieszczony na rozerwanym kotle, został przez eksplozję zniszczony.

Z oderwanego dna wycięto dwie próbki, w kierunku równoległym i prostopadłym do wyob-



Rys. 9.

lenia, które, zbadane w Zakładzie Metalografji Akademji Górniczej w Krakowie, dały następujące wyniki:

Badanie składu chemicznego nie wykazało żadnych odchyleń od składu normalnego, gdyż blacha zawierała: węgla 0.10%, krzemu 0.022%, manganu 0.54%, fosforu 0.051%, siarki 0.045%, jednak badania makroskopowe, pod wpływem odczynnika Baumann'a, wykryły znaczne skupienia siarki w pewnych miejscach przekroju, jak to wskazuje makrofotografja rys. 9.

Badania wytrzymałościowe dały poniższe wyniki:

	Próbka z widocznem pęknięciem (prostopadła do wyoblenia)		Próbka równoległa do wyoblenia	
	w stanie			
	surowym	wyżarzonym	surowym	wyżarzonym
Granica plastyczności (*Q*) *kg/mm²*	22,9	21,4	25,3	21,4
Wytrzymałość (*R*) „	37,3	36.3	39,3	36,9
Wydłużenie (*A*) %	25,6	28,0	30,4	35,2
Przewężenie (*C*) „	62,3	59,7	61,1	59,5
Twardość (*H*) *kg/mm²*	111,0	106,5	111,0	106,5
Q : *R*	61,4	58,9	64,3	58,0
H : *Q*	4,85	5,00	4,39	5,00
Próby na uderzenie (*U*) przy — 15°C *kgm/cm²*	4,2	1,1	4,9	1,5
„ 0 „	6,8	1,8	7,2	2,3
„ + 18 „	7,5	6,5	7,9	7,4
„ +100 „	9,8	10,1	10,7	11,3
„ +150 „	10,5	10,6	10,8	12,0



Rys. 10.

Badania stopnia obróbki na zimno, przy pomocy odczynnika Fry'ego, wykazały nieznacz-

ną ilość linij sił, skierowanych prostopadle do powierzchni blachy (makrofotografia, rys. 10.)

Badania mikroskopowe stwierdziły znaczną



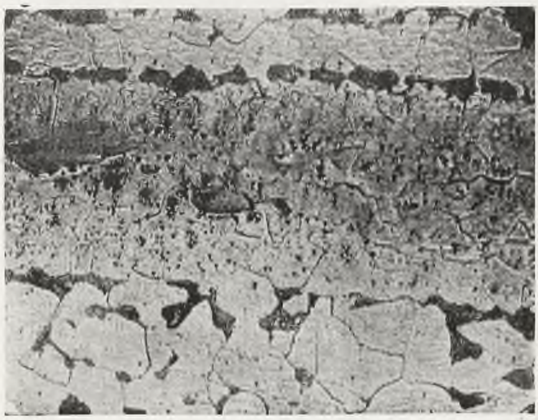
Rys. 11

niejednorodność budowy. Wnętrze blachy posiada budowę warstwową (mikrofotografia, rys. 11), podczas gdy warstwy zewnętrzne są nieco od-



Rys. 12.

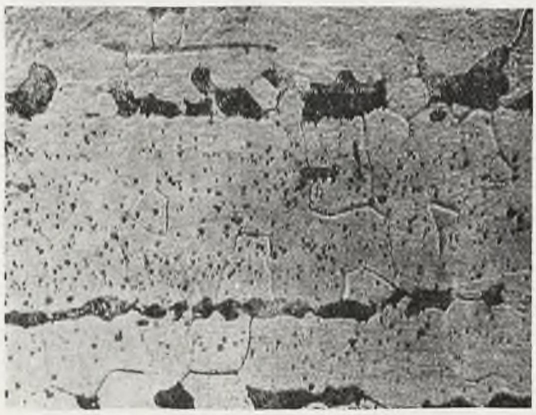
węglone i posiadają budowę siatkową (mikrofotografia, rys. 12.) Budowę wewnętrznego, szerokiego pasma likwatów, występującego tak wybitnie na mikrofotografji, rys. 11, przedstawiono w 300-krotnem powiększeniu na mikrofotografji, rys. 13. Pasmo likwatów posiada większą zawartość fosforu i stąd pochodzi ciemnawe zabarwienie a prócz tego jest wypełnione tlenkami żelaza (drobne kropelki) i siarczkami manganu (większe szare wtrącenia). Budowę sąsiedniego pasma w 450-krotnem powiększeniu przedstawia mikrofotografia, rys. 14, z której widać, że pasmo



Rys. 13.

to jest wypełnione drobnemi kroplami tlenków żelaza.

Nadpęknięcia większe (mikrofotografia, rys. 15) i mniejsze (mikrofotografia, rys. 16) pochodzą z miejsc, leżących w pobliżu pęknięcia. Budowę próbki poprzecznej przedstawia mikrofotografia (rys. 17) w 60-krotnem powiększeniu. W pobliżu pęknięcia materjał jest silnie odkształcony, o czem świadczy znaczna liczba linij



Rys. 14.

Neumana (linij sił), przedstawionych na mikrofotografji (rys. 18) w 450-krotnem powiększeniu.

Na podstawie powyższych badań wydał Zakład Metalografji Akademji Górniczej w Krakowie następujące orzeczenie:

Materjał blachy posiada normalny skład chemiczny i nie jest zbyt zgnieciony na zimno.

Materjał ten posiada wewnątrz pasmo likwatów i to spowodowało, że zakres kruchości na

zimno jest przesunięty w stronę wyższych temperatur a ponadto ogólny stopień kruchości jest



Rys. 15.

nieco wyższy od normalnego Nadpęknięcia powstały widocznie na zimno z powodu jakiegoś



Rys. 16.

goś nagłego uderzenia, lub innego gwałtownego nadwyrężenia. Obecność nadpęknięć spowodowała ogólne obniżenie wytrzymałości w tych punktach. Tak było w chwili przed wybuchem, który nastąpił może wskutek nieznacznego uderzenia, lecz w miejscach o osłabionej przez te nadpęknięcia wytrzymałości.

W okolicach pęknięcia materjał jest gorszy niż w miejscach nieco oddalonych. Próba wzięta bezpośrednio z miejsca pęknięcia wykazała gorsze właściwości mechaniczne, niż próba bardziej oddalona od tego pęknięcia.



Rys. 17.

Reasumując wyniki orzeczenia należy podkreślić, że materjał użyty na dna kotłów zawierał pasmo likwatów, co miało wpływ na kruchość, dalej, że ta kruchość była większa od normalnej a w końcu, że nadpęknięcia powstały widocznie na zimno, z powodu gwałtownego nadwyrężenia.

Ponieważ kocioł był zbudowany w roku 1918 a uruchomiony w roku 1919, kiedy na terenie byłego zaboru austryjackiego jeszcze obowiązywała



Rys. 18

zywała ustawa austryjacka, należało go wówczas, w myśl ustawy, traktować jako aparat pracujący pod ciśnieniem i ograniczyć wstępne badanie do przeprowadzenia próby wodnej i wystawienia t. zw. certyfikatu. Tego rodzaju badanie, nie połączone z obliczeniem wytrzymałości, nie byłoby dało żadnego rezultatu, gdyż nie należy przypuszczać, aby wady konstrukcyjne ujawniły się przy próbie, przeprowadzonej na ciśnienie

13 atm. ($1.5p+1$). Dalszych badań aparatów pracujących pod ciśnieniem ustawa austryjacka nie przewidywała.

Inaczej wygląda sprawa rozpatrywana z punktu przepisów obowiązujących wytwórnię niemiecką, która kocioł dostarczyła. Stosownie do wskazań norm hamburskich, należało obliczyć grubość płaszcza kotła według wzoru

$$s = \frac{D \cdot p \cdot x}{200 \cdot K \cdot z} + 1,$$

zaś grubość den

$$s_1 = \frac{p \cdot R}{200 \cdot k}$$

gdzie oznacza:

$D = 1200$ mm — wewnętrzną średnicę płaszcza

$R = 1500$ mm — wewnętrzny promień kulistej części dna

s = grubość płaszcza

s_1 = grubość den

p = 8 atm — ciśnienie robocze

x = 4.5 — współczynnik bezpieczeństwa

K = 36 kg/mm² — obliczeniowa wytrzymałość blachy na rozerwanie

k = maksymalnie 6.5 kg/mm²—dopuszczalne natężenie, zależne od wielkości promienia wyoblenia obłuczyny dna

$$z = \frac{t-d}{t} = 0.705$$

współczynnik osłabienia szwa nitowego przy podziałce nitowej t = 78 mm; i średnicy otworu nitowego d = 23 mm

stąd obliczone $s = 11.64$,

okrągło 12 mm, zatem zgodnie z wykonaniem, gdyż w rzeczywistości blacha płaszcza miała 12 mm, chociaż na rysunku i w opisach fabrycznych zaznaczono 10 mm.

Grubość dana $s_1 = \frac{8 \cdot 1500}{200 \cdot 4{,}3} = 13{,}9.$

okrągło 14 mm gdzie k przyjęto równe 4,3 gdyż normy hamburskie dopuszczają natężenia 6,5 kg/mm² tylko w tych wypadkach, gdy promień wyoblenia jest tak wielki, jak tego wymaga łagodne przejście z części cylindrycznej dna do środkowej jego wypukliny. Chociaż wielkość dopuszczalnego natężenia w wyobleniu zmienia się z wielkością promienia wyoblenia według krzywej, przyjęto do obliczenia, według dawniej stosowanej metody, zmianę prostolinijną i uważając za normalny promień wyoblenia (dla den starego typu) $r = 45$ mm, obliczono k z proporcji

$$6{,}5 : 45 = k : 30$$

Nawet przy tem, bardzo korzystnem dla wytwórni, obliczeniu, pokazuje się, że grubość dna była za mała.

Przeliczenie dna według nowych przepisów polskich, lub niemieckich, nie może mieć dla danego wypadku żadnego zastosowania, jednak w zestawieniu wyników uwidocznia, jaką uwagę powinniśmy zwrócić na kotły pracujące z dnami starego typu.

Obliczając grubość dna według rozporządzenia M. P. i H. z dnia 14 sierpnia 1926 r., otrzymamy dla $D = 1200$ i $r = 30$ $r = \frac{D}{40}$ zatem $k = 2.4$ przyjmując prostolinijny związek zależności od $k = 3.2$ przy $r = \frac{D}{30}$, które jako minimum przewiduje rozporządzenie ministerjalne.

Podstawiając wartość k we wzór $s_1 = \frac{p \cdot R}{200k} + c$ otrzymamy dla dna pełnego bez włazu $s_1 = 26$ *mm* a dla dna włazowego $s_1 = 29$ *mm*, przyjmując zgodnie z wyjaśnieniem do rozporządzenia stałą c w pierwszym wypadku 1 *mm*, w drugim 4 *mm*.

Według Godesbergskiej formuły, przyjętej na posiedzeniu Niemieckiej Komisji Kotłowej w marcu 1927 r. a ogłoszonej w dodatku do niemieckich przepisów dla kotłów lądowych w październiku 1926.

$$s_1 = D \cdot y \frac{p}{200 \frac{K}{x}} + c$$

gdzie y oznacza pewną wielkość, zależną od kształtu dna w odniesieniu do formy półkulistej, w danym wypadku 4,

x pewność mocy — dla den pełnych 3.5, dla den z włazem umieszczonym w środku 4.25,

c stałą — dla den pełnych 2 *mm*, dla den włazowych 3 *mm*,

Wstawiając do wzoru wartości otrzymamy: $s_1 = 21$ *mm*, dla dna pełnego i $s_1 = 26$ *mm* dla dna włazowego.

Z wyniku obliczenia należy stwierdzić, że dna kotła były co najmniej o 3 *mm* tj o 27.3% za słabe wbrew wymaganiom ustawy, obowiązującej wytwórcę w roku wykonania kotła.

Według nowoczesnych wymagań technicznyeh należałoby dna wykonać średnio o 100% grubsze, chociaż i w takim wypadku trzebaby je uznać za niebezpieczne, ze względu na niedopuszczalnie mały promień wyoblenia.

Dla usunięcia wszelkich domysłów co do ewentualnych przyczyn wybuchu trzeba jeszcze stwierdzić, że prężność pary na końcu rurociągu zasilającego, a więc i w kotle lokomotywy, nie mogła, w normalnych warunkach pracy, przekroczyć 8 atm na które, kocioł był zbudowany.

Dla nieizolowanego rurociągu o średnicy 68 *mm* i długości 700 *m* przyjęto średnią temperaturę pewietrza w kanale rurociągu około + 30° C. Normalny czas ładowania parą lokomotywy wynosił 10 minut od ciśnienia początkowego 2 atm do ciśnienia końcowego 8 atm (w rzeczywistości osiągano około 7.5 atm).

Straty ciepła w rurociągu wynosiły na 1 godzinę:

$$W = k \cdot F \ (t_1 - t_2)$$

gdzie k = 11.5 dla danego rurociągu przy różnicy temperatury 1° na 1m²
F = 167.0 powierzchnia rurociągu w m^2
t_1 = 182 średnia temperatura pary w rurociągu w stopniach C.
t_2 = 30 średnia temperatura powietrza w kanale rurociągu w °C.
stąd W = 291916 Kal/h

Średnia zawartość wody w kotle wynosiła 2500 dm^3, pary 1250 dm^3.

Do osiągnięcia w kotle lokomotywy prężności 8 atm potrzeba było doprowadzić ciepła: dla 2500 kg wody o zawartości ciepła 133,9 Kal (2 atm.) do zawartości ciepła 176,8 Kal (8 atm)

2500 (176.8 — 133.9) = Kal 107250

dla 1.25 m^3 pary o ciśnieniu 2 atm
$1.25\ (\gamma_2 . i_2'' - \gamma_1 . i_1'') =$ „ 2455

gdzie γ_1, względnie γ_2 = 1.6224, względnie 4.5448 — ciężar 1 m^3 pary w kg przy 2, względnie 8 atm i_1'', względnie i_2'' = 652, względnie 664.9 — zawartość ciepła w Kal pary o 2, względnie 8 atm.

dla strat ciepła w rurociągu j. w. lecz w 10 minutach przepływu $\frac{291906}{6}$ „ 48651

dla strat na kryzach, nieszczelności połączeń i t. p. ze względu na zły stan rurociągu około 20% powyższej pozycji „ 11644

Razem Kal 170000*)

Dla przesłania tej ilości ciepła parą 12-o atmosferową potrzeba, przy różnicy zawartości ciepła 668.9 Kal (w parze 12 atm. i 133.9 (w wodzie 2 atm.): $\frac{170000}{668.9 - 133.9} \approx 320$ kg, względnie $320 \times 0.15565 \approx 50$ m^3 pary. Przekrój rurociągu 68 mm średn. = 0.003631 m^2, zatem szybkość pary w rurociągu:

$$\frac{50}{0.003631 \times 10 \times 60} = 23\ m/s$$

Przy tej szybkości spadek ciśnienia w rurociągu wynosi:

$$\Delta p = \frac{15}{10^5}\ \gamma\ \frac{L}{d}\ w$$

gdzie γ = 5,5 — ciężar pary nasyconej w kg/m³ przy średniem ciśnieniu w rurociągu,
L = 700 — długość rurociągu w m
d = 68 — wewnętrzna średnica rurociągu w mm
w = 23 — średnia szybkość pary w m/s

stąd spadek ciśnienia $\Delta p = 4.5$ atm, zatem na końcu rurociągu ciśnienie nie mogło przekraczać 12 — 4,5 = 7,5 atm, co się zgadza z rzeczywistością, gdyż według oświadczenia kierownictwa ruchu, wyższego ciśnienia w lokomotywie nie dało się uzyskać w normalnych warunkach ruchu.

Tak przedstawiały się warunki dziennej pracy lokomotywy. Rano, po nocnem ostudzeniu kotła, ciśnienie spadało do zera a tem samem należało doprowadzić większe ilości ciepła do lokomotywy, aby ją przysposobić do ruchu.

Wobec faktu, że eksplozja nastąpiła w 10 minut po rozpoczęciu ładowania parą, nie ulega wątpliwości, że ciśnienie w kotle nie mogło przekroczyć 7,5 atm, co udowadnia powyższe obliczenie a częściowo potwierdza i znaleziony manometr, którego wskazówka zatrzymała się na podziałce 6. Nawet w razie zwiększenia szybkości przepływu pary, przez zupełne otwarcie zaworu, nie mogło nastąpić przekroczenie dozwolonego ciśnienia, gdyż spadek prężności wzrasta z kwadratem szybkości przepływu a okres 10 a nawet 20 minut nie wystarczyłby na podniesienie ciśnienia w lokomotywie ponad dozwoloną miarę.

Z powyższego wynika, że bezpośredn m powodem wybuchu była zbyt mała grubość dna, względnie zbyt mały promień wyoblenia, rażąco odbiegający od norm, ogólnie przyjętych od szeregu lat przez huty. Zgniecenie i nadwerężenie dna przy jego prasowaniu były skutkiem małego promienia a niejednostajność budowy materjału, zawartość likwatów a stąd wyższy stopień kruchości, ułatwiły powstanie drobnych nadpęknięć, które łącząc się z sobą, doprowadziły do naderwania dna i wybuchu kotła.

Pośrednim powodem wybuchu było to, że kocioł nie był pod dozorem, który wykryłby niewątpliwie zawczasu powoli rozwijające się naderwania i zapobiegł wypadkowi przez stosowne zarządzenia.

Z CODZIENNEJ PRAKTYKI.

Wadliwość konstrukcji lokomobil z paleniskiem wysuwanem.

Do niedawna najpoważniejsze wytwórnie lokomobil z wysuwanym systemem rurowym, albo z systemem rurowym wnitowanym do walczaków, stosowały do budowy walczaków konstrukcję, składającą się z dzwon o dwuch średnicach, jak to podaje rys. 1.

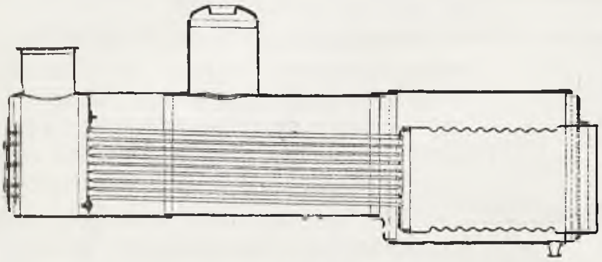
W ostatnich czasach wytwórnie zagraniczne zaniechały budowy takich walczaków i stosują walczaki o jednej średnicy (rys. 2).

Kotły lokomobilowe tego typu posiadają zasadnicze wady konstrukcyjne. Rozkład temperatur w blachach takich kotłów jest wielce nierównomierny. Możemy się spotkać z wypadkami

*) W rachunku nie uwzględniono przyrostu cieczy ze skroplin, co jednak nie ma wpływu na wynik obliczenia.

kiedy temperatura górnych części walczaka dochodzi do 180°C (Prężność około 12 atm.), kiedy dolne części posiadają tylko około 70°, a nawet i mniej.

Niskie temperatury w dolnych częściach walczaka będziemy mieli w wypadkach, kiedy kocioł jest pośpiesznie rozpalany, lub wogóle forsowany, szczególnie jeżeli próg skrzyni paleniskowej leży zbyt blisko ściany sitowej, co nieraz jest stosowane w zamiarze zwiększenia powierzchni rusztów. W takich wypadkach gazy gorące przechodzą przeważnie górnemi rzędami płomieniówek, podczas gdy dolne rzędy są albo zasypane popiołem albo wogóle słabo ogrzewane,

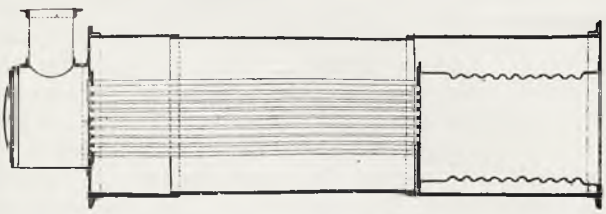


Rys. 1.

wobec wadliwego rozkładu potoku gazów spalinowych.

System rurowy (płomienica i płomieniówki) może wówczas pracować przy bardzo wysokich temperaturach, szczególnie przy złej wodzie i niedbałem czyszczeniu kotła z osadów, kiedy części stykające się bezpośrednio z gorącemi spalinami są pokryte grubą warstwą zwartego kamienia.

Dla zbadania jakie zjawiska zachodzą w takich wypadkach w kotle, rozpatrzmy konkretny przykład, przyjmując temperaturę u góry walczaka 180°C, temperaturę spodu walczaka 70° i temperaturę systemu rurowego w górnych częściach 300°.



Rys. 2.

Mamy lokomobilę z kotłem omawianego typu, zbudowaną w roku 1927; system rurowy tworzy jedną całość z walczakiem.

Długość lokomobili w części czynnej 5800 *mm*.

Górna część przy temperaturze $t_1 = 180°C - 15°C$ (temperatura otoczenia) $= 165°$, wydłuży się na zasadzie wzoru

$$L_1 = L.(1 + \alpha t),$$

gdzie α=0,000011 (spółczynnik wydłużenia żelaza)

$$L_1 = 5800\ (L + 0{,}000011\ .\ 165) = 5810\ mm$$

Spód kotła wydłuży się na podstawie tegoż wzoru przy $t_2^0 = 80 - 15 = 65°$ o 4 *mm*.

System rurowy wydłuży się przy

$$t_3^0 = 300 - 15 = 285° \text{ o } 18\ mm.$$

Na rysunku 3 przedstawiona jest najwięcej narażona na odkształcenie część lokomobili *).

Siły wewnętrzne wywołane przez różnice temperatur sięgają tak zawrotnych wielkości, że nic oprzeć się im nie jest w stanie. Jeżeli jakaś konstrukcja będzie dość wytrzymałą, to w każdym razie w materjale pozostaną pewne naprężenia w stanie potencjalnym, w każdej chwili gotowe do wykonania przypadającej im w udziale pracy. Codzienna praktyka stwierdza to na każdym kroku. Spotykamy np. często zerwane kątowniki, na których bywają zakotwione denka i to nietylko w kotłach o znacznych średnicach, lecz nawet i w mniejszych.

Przytoczę za przykład lokomobilę budowy fabryki „Assman i Stockder" w Stuttgardzie, której dno frontowe w górnej, więcej elastycznej, części usztywnione jest zapomocą kątowników. Zjawisko zrywania tych kątowników jest zjawiskiem zupełnie normalnem.

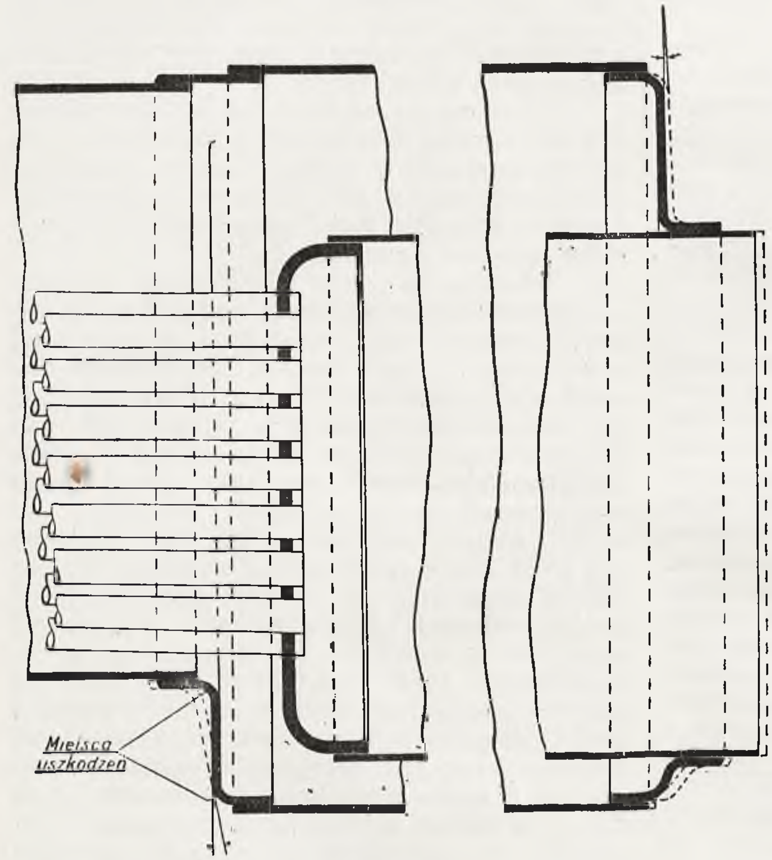
Wracając do rzeczy widzimy, że wydłużenie systemu rurowego może być o 8 *mm* większe od górnej części walczaka i o 12 *mm* od dolnej części. Z tego wynika, że frontowe dno ulega wypychaniu na zewnątrz. Góra narażona jest na mniejsze wyginanie, a przytem jest elastyczna, wobec większej odległości od walczaka do płomienicy, spód zaś, który jest ogromnie usztywniony, bo odległość płomienicy od spodu wynosi zaledwie = 100 *mm*, narażony jest na działanie znacznych sił wywołanych przez różnicę temperatur. O ile góra musi przyjąć na siebie odchylenie o 8 *mm* i może to uczynić wobec elastyczności dna (w tem miejscu niezakotwionego), o tyle spód musi odkształcać się kosztem innej części kotła byle nie sztywnego dna. W lokomobilach z walczakiem o jednakowej średnicy deformacje następują w wyobleniu płomienicy u spodu w miejscu przynitowania jej do dna, a w kotłach o walczakach z różnemi średnicami w już wymienionem miejscu i ponadto w miejscu przegubu od walczaka o mniejszej średnicy do większej.

Ponadto notujemy wypadki kiedy frontowe denko kotła zostaje na stałe wypaczone nazewnątrz.

Na rys. 3 widzimy, że kąt odchylenia przegubu, o ile w nim skoncentruje się cały wysiłek, jest znaczny; zachodzące przy rozpalaniu kotła i przy stygnięciu jego zmiany w rozkładzie temperatur oczywiście wpływają na zmianę kierunku tych odkształceń i wyoblenia rozginają się, lub zginają się na zmianę.

*) Wyginania blach oczywiście rozkładają się po całym walczaku, następują także wygięcia walczaka wzdłuż jego podłużnej osi, ale wobec tego, że wszędzie walczak jest sztywniejszy niż w wyobleniach, a powtóre w celu wyjaskrawienia zachodzących zjawisk przyjmujemy, że oś podłużna walczaka nie doznaje odkształcenia i że ściana sitowa w dymnicy jest o tyle sztywna, że nie deformuje się.

Jeżeli weźmiemy pod rozwagę jedynie momenty rozpalania i gaszenia kotła raz jeden na dobę, będziemy mieli takich przegięć w przeciągu roku, o ile lokomobila pracuje codziennie w jednej zmianie, conajmniej 240—300. O ileż ta liczba wzrośnie, jeżelibyśmy chcieli uwzględnić każde zasilanie kotła zimniejszą wodą, która wpływa mniej więcej w identyczny sposób. Nic więc dziwnego, że lokomobile z walczakiem o jednej średnicy ujawniają uszkodzenia w wyobleniu płomienicy przy frontowem dnie, a lokomobile o dwuśrednicowym walczaku, przeważnie w przegubie między walczakami czasem już po 5-tym roku pracy.



Rys. 3.

W rzadkich wypadkach można znaleźć taką lokomobilę nieuszkodzoną po 15 roku jej pracy.

Rozpatrzone, może dość pobieżnie, wady konstrukcyjne tych lokomobil mimowoli nasuwają myśl o bezpieczeństwie pracy takich kotłów.

Przed nieszczęśliwym wypadkiem wybuchu kotła zabezpieczamy się rewizjami dokonywanemi przez Dozór Kotłowy. Badania kotłów przez Stowarzyszenie Dozoru Kotłów wtedy tylko osiągają swój cel, kiedy przedmiot badań może być dokładnie zbadany we wszystkich szczegółach, a zwłaszcza w miejscach o których z góry wiemy, że narażone są na uszkodzenia.

O ile lokomobile z paleniskiem wysuwanym najzupełniej odpowiadają tym wymaganiom, bo każdy szczegół ich łatwo może być zbadany, gdyż jest zupełnie dostępny, o tyle lokomobile tego samego typu ale z systemem paleniskowym znitowanym z walczakiem zupełnie są niedostępne dla zbadania.

Przytoczony powyżej szkic takiej lokomobili wskazuje, że możliwe jest tylko obejrzenie górnych części tylnego denka, płomieniówek, płomienicy i frontowego dna i to z wielkim trudem, co zaś do miejsc narażonych na większe niebezpieczeństwo, t. j. spodu kotła w przegubie, ewentualnie przy frontowem dnie, części te są zupełnie niedostępne.

Wychodząc z wyłuszczonego powyżej założenia, należy co pewien okres czasu żądać w takich lokomobilach wyjęcia systemu paleniskowego w celu zbadania stanu frontowego dna w jego dolnej części i w przegubie.

Nie bacząc na tak poważne wady konstrukcyjne omawiany typ lokomobil jest bardzo rozpowszechniony w Polsce, a szczególnie i prawie wyłącznie w Małopolsce na terenach naftowych.

Jak już notowaliśmy zagranicą zaniechano już konstrukcji walczaków o dwuch średnicach, uważając ją widocznie za wielce wadliwą, u nas zaś niektóre krajowe wytwórnie kotłów widocznieulegają popytowi spowodowanemu albo przyzwyczajeniem nabywców, albo rutyną, a doniedawna może i brakiem fachowej porady i w dalszym ciągu konstrukcję tę stosują.

W marcu r. b. na terenie łódzkim ustawiono podobny lokomobilowy kocioł. Właściciel z góry uprzedzony został o tem, że jest narażony na wielkie trudności, związane z rewizjami kotła tego typu. Znajdując się w bardzo ciężkiem położeniu musiał on nabyć to, co znalazł na rynku i zgóry jest przygotowany na odsprzedanie nabytku, po uruchomieniu kotła znajdującego się w naprawie.

KOMUNIKATY STOWARZYSZENIA WARSZAWSKIEGO.

ZMIANA ADRESU REJONOWEGO BIURA STOWARZYSZENIA W KIELCACH.

Biuro rejonowe *w Kielcach* z dniem 1 lipca r. b. przeniesione zostało na ul. *Staszica Nr. 3*. Skrzynka pocztowa *Nr. 158* pozostaje nadal bez zmiany.

Druk. A. Michalskiego, Sp. z o. o., Warszawa, ul. Chmielna 27. Telefon 27-15